

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 42 164 A 1

61 Int. Cl.⁶:
F 23 D 17/00
F 23 D 14/62
F 23 D 14/02
F 23 R 3/30

21 Aktenzeichen: 195 42 164.7
22 Anmeldetag: 11. 11. 95
43 Offenlegungstag: 15. 5. 97

DE 195 42 164 A 1

71 Anmelder:
ABB Research Ltd., Zürich, CH

74 Vertreter:
Rupprecht, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61476 Kronberg

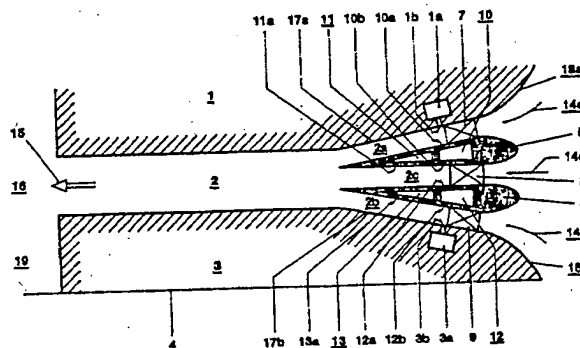
72 Erfinder:
Sattelmayer, Thomas, Dr., Mandach, CH

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 38 19 899 C1
DE 44 15 918 A1
DE-OS 23 17 260
US 52 51 447 A

54 Vormischbrenner

57 Bei einem Vormischbrenner, im wesentlichen bestehend aus Mitteln zur Eindüsung eines Brennstoffes in einen Luftstrom, aus Drallerzeugern (7, 8, 9) und aus einer nachgeschalteten Mischstrecke (2) mit einem anschließenden Brennraum (19), wird die Mischstrecke (2) im Bereich der Einströmung des Luftstromes in den Vormischbrenner in mehrere Teilkanäle (2a-c) unterteilt. Diese Teilkanäle sind je mit einem Drallerzeuger (7, 8, 9) bestückt, der die Verdrehung des jeweiligen Teilstromes (14a-c) bewerkstelligt. Zu jedem Teilkanal (2a-c) sind eine Reihe von Eindüsungöffnungen (1b, 3b; 10a, ...) vorgesehen, durch welche der Brennstoff in den jeweiligen Luftstrom (14a-c) eingedüst wird.



DE 195 42 164 A 1

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Vormischbrenner gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Aus EP-A1-0 321 809 ist ein aus mehreren Schalen bestehender Vormischbrenner zur Erzeugung einer geschlossenen Drallströmung im Kegelpfopf bekannt geworden, welche aufgrund des zunehmenden Dralls entlang der Kegelspitze instabil wird und in eine annuläre Drallströmung mit Rückströmung im Kern übergeht. Brennstoffe, wie beispielsweise gasförmige Brennstoffe, werden entlang der durch die einzelnen benachbarten Schalen gebildeten Kanäle, auch Lufteintrittsschlitze genannt, eingedüst und mit der durch die Kanäle einströmenden Luft vermischt, bevor die Verbrennung durch Zündung am Staupunkt der Rückströmzone, auch Rückströmblase genannt, welche als Flammenhalter benutzt wird, einsetzt. Flüssige Brennstoffe werden vorzugsweise über eine zentrale Düse am Brennerkopf eingedüst und verdampfen dann im Kegelhohlraum. Unter gasturbinentypischen Bedingungen findet die Zündung dieser flüssigen Brennstoffe schon früh in der Nähe der Brennstoffdüse statt, womit nicht zu umgehen ist, daß die NOX-Emissionswerte gerade aufgrund dieser mangelnden Vormischung kräftig ansteigen, was dann beispielsweise das Einspritzen von Wasser notwendig macht. Auch im Hinblick auf die Einbringung eines gasförmigen Brennstoffes im Bereich der Lufteintrittsschlitze ergeben sich hinsichtlich einer homogenen Vermischung etwelche Unzulänglichkeiten, die mit dem Ort der Eindüsung des Brennstoffes zusammenhängen. So läßt sich der im Bereich der Mündung des Vormischbrenners in den Brennraum eingedüste Brennstoff wegen der relativ kurze Strecke bis zur Flammenfront nicht mehr homogen mit der Luft vermischen, so daß mindestens die Verbrennung nicht optimal abläuft. Auch sonst muß bei diesem Vormischbrenner für die Stabilisierung der Rückströmzone verschiedene Zusatzmaßnahmen ergriffen werden, die darin bestehen, daß beispielsweise die Bereitstellung einer geometrischen Konfiguration des Brenners vorgenommen werden muß, bei welcher die kritische Drallzahl mit dem Ende des Vormischbrenners zusammenfallen muß, oder bei welcher am Übergang zwischen Brennerende und Brennraum ein Querschnittssprung vorgesehen wird.

Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Vormischbrenner der eingangs genannten Art die Erzeugung einer stabilen Vormischflamme sowohl für gasförmige als auch für flüssige Brennstoffe zu bewerkstelligen.

Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind darin zu sehen, daß zur Erzeugung einer Vormischflamme eine einfache Konfiguration bereitgestellt wird. Derselbe Vormischbrenner ist sowohl für gasförmige als auch für flüssige Brennstoffe tauglich, wobei die Umstellung von einem zum anderen Brennstoff keine Veränderung am Grundprinzip dieses Vormischbrenners notwendig macht.

Die einfache Konfiguration des Vormischbrenners ist darin zu sehen, daß dieser grundsätzlich aus einem Außenrohr und einem Innenkörper besteht, wobei der hierdurch gebildete Durchflußquerschnitt entweder zylindrisch ist oder auch jede andere konische Form einnehmen kann. Am stromaufseitigen Ende des Vormischbrenners werden beide Teile durch eine Reihe von Drallerzeugern miteinander verbunden, wobei dazwischen Mittel für Brennstoffeindüisungen angeordnet sind.

Die Umstellung von einem Brennstoff zum anderen ist lediglich eine Sache der Regelung. Demnach kann der selbe Vormischbrenner verschiedene Funktionen übernehmen, welcher das ganze Spektrum von der Inbetriebsetzung bis zur Vollast abdeckt.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß der Vormischbrenner ohne besondere Schwierigkeiten jene Auslegung erfährt, welche ein Zurückspringen der Flamme in die Rückströmzone vermeidet.

Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen worden. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die einzige Figur zeigt einen Vormischbrenner, der als Einzelbrenner oder im Verbund mit anderen bei einer Ringbrennkammer einer Gasturbine zum Einsatz kommt.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Der Vormischbrenner gemäß Figur besteht aus einem Außenrohr 1 und einem Innenkörper 3. Der von den beiden Teilen gebildete Hauptdurchflußquerschnitt 2 ist, wie dies von der Achse 4 versinnbildlicht wird, von annularer Ausgestaltung im Sinne einer Ringbrennkammer, in Strömungsrichtung verläuft er zylindrisch und erfüllt die Funktion einer Mischstrecke. Selbstverständlich kann die Strömungswand des Außenrohres 1 und/oder des Innenkörpers 3 in Strömungsrichtung dergestalt verlaufen, daß die Mischstrecke 2 eine beliebige konische Form einnimmt, wobei diese Strecke auch einen progressiven oder degressiven Verlauf haben kann. Somit sind für die Bildung eines optimalen Luft/Brennstoff-Gemisch, zur Vermeidung eines Zurückspringen der Flamme in die Rückströmzone oder um ein Rückzünden der Flamme in die Vormischzone zu verhindern, entsprechende Optionen vorhanden. Im Bereich des stromaufseitigen Endes des Vormischbrenners weist die Mischstrecke 2 sowohl außenrohrseitig als auch innenkörperseitig eine stromaufwärts verlaufende konische Erweiterung auf. Auf die Größe der hier zugrundegelegten Drallwinkel 17a, 17b wird weiter unten näher eingegangen. Schließlich geht jeder Drallwinkel 17a, 17b im Bereich der stromaufseitigen Ende des Vormischbrenners in einen Radius 18a, 18b über. Im Bereich dieser konischen Erweiterung, am stromaufseitigen Ende des Vormischbrenners, wird der dort durch die Drallwinkel 17a, 17b induzierte Durchflußquerschnitt anhand einer Reihe von Hilfstteilen überbrückt. Zu-

- 1 Außenrohr
- 1a Hohlraum für einen gasförmigen Brennstoff
- 1b Eindüsungöffnung, gasförmiger Brennstoff
- 2 Mischstrecke
- 2a Teilkanal außen 5
- 2b Teilkanal innen
- 2c Teilkanal Mitte
- 3 Innenkörper
- 3a Hohlraum für einen gasförmigen Brennstoff
- 3b Eindüsungöffnung, gasförmiger Brennstoff 10
- 4 Mittelachse
- 5 Drallschaukel außen
- 6 Drallschaukel innen
- 7 Drallerzeuger, Drallkörper außen
- 8 Drallerzeuger, Drallkörper Mitte 15
- 9 Drallerzeuger, Drallkörper innen
- 10 Hohlraum in Drallschaukel 5 für gasförmigen Brennstoff
- 11 Hohlraum im Drallschaukel 5 für flüssigen Brennstoff
- 12 Hohlraum im Drallschaukel 6 für gasförmigen Brennstoff 20
- 13 Hohlraum im Drallschaukel 6 für flüssigen Brennstoff
- 14a Luftteilstrom außen zu Teilkanal 2a
- 14b Luftteilstrom innen zu Teilkanal 2b
- 14c Luftteilstrom Mitte zu Teilkanal 2c 25
- 15 Luft/Brennstoff-Gemisch
- 16 Flammenfront
- 17a Drallwinkel im Außenrohr 1
- 17b Drallwinkel im Innenkörper 3
- 18a Radius bei der Einstromung in Teilkanal 2a 30
- 18b Radius bei der Einstromung in Teilkanal 2b
- 19 Brennraum

Patentansprüche

- 1. Vormischbrenner, im wesentlichen aus Mitteln zur Eindüsung eines Brennstoffes in einen Luftstrom, aus Mitteln zur Erzeugung eines Dralles und aus einer den genannten Mitteln nachgeschalteten Mischstrecke bestehend, wobei diese Mischstrecke stromauf eines Brennraumes angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischstrecke (2) im Bereich der Einstromung des Luftstromes (14a—c) in den Vormischbrenner in mehrere Teilkanäle (2a—c) unterteilt ist, welche mit Drallerzeugern (7, 8, 9) bestückt sind, und daß jedem Teilkanal (2a—c) mindestens eine Öffnung (1b, 3b; 10a, 10b, 12a, 12b; 11a, 13a) zur Eindüsung eines Brennstoffes in den Luftstromes zugeordnet ist. 35
- 2. Vormischbrenner gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Teilkanal (2a—c) mindestens ein Drallerzeuger (7, 8, 9) zugeordnet ist. 40
- 3. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen zur Eindüsung des Brennstoffes stromab der Drallerzeuger (7, 8, 9) angeordnet sind. 45
- 4. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilkanäle (2a—c) in Strömungsrichtung durch zwischen den einzelnen Drallerzeugern angeordnete Drallschaukeln (5, 6) gebildet sind. 50
- 5. Vormischbrenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drallschaukeln (5, 6) Hohlräume (10, 11, 12, 13) zur Durchströmung des Brennstoffes aufweisen. 55
- 6. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischstrecke (2) in Anströmungsbereich mindestens in Richtung Außenrohr 60

- (1) oder Innenkörper (3) eine Erweiterung des Durchflußquerschnittes aufweist.
- 7. Vormischbrenner nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Erweiterung des Durchflußquerschnittes über mindestens einen Drallwinkel (17a, 17b) konisch verläuft.
- 8. Vormischbrenner nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Erweiterung des Durchflußquerschnittes bis in den Bereich des axialen Auslaufes der Drallschaukeln (5, 6) erstreckt.
- 9. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vormischbrenner Bestandteil einer Ringbrennkammer ist.
- 10. Vormischbrenner nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringbrennkammer in Umfangsrichtung mehrere Vormischbrenner aufweist, welche nebeneinander angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

nächst tragen Außenrohr 1 und Innenkörper 3 je einen Drallerzeuger 7, 9. Beide Drallerzeuger 7, 9 tragen ihrerseits je eine Schaufel 5, 6, welche als Drallschaukel ausgebildet ist. Schließlich wird der Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden Flächen der Drallschaukeln 5, 6 durch einen weiteren Drallerzeuger 8 überbrückt. Demnach wird der stromaufseitigen Bereich des Vormischbrenners in drei Teilkanäle 2a, 2b, 2c aufteilt, welche analog der Mischstrecke 2 annular verlaufen, und welche sich bis in den Bereich des Auslaufes der konischen Erweiterung in den Hauptdurchflußquerschnitt erstrecken. Die Drallschaukeln 5, 6 sind mehrfach hohl ausgebildet. Diese Hohlräume 10, 12, welche sich unmittelbar anströmungsseitig der Drallschaukeln 5, 6 befinden, werden von einem gasförmigen Brennstoff durchströmt. Stromab sind weitere Hohlräume 11, 13 vorgesehen, durch welche ein flüssiger Brennstoff herangeführt wird. Eine weitere Beistellung eines gasförmigen Brennstoffes geschieht über Hohlräume 1a, welche im Außenrohr 1 verlaufen, und/oder über Hohlräume 3a, welche im Innenkörper 3 vorgesehen sind. Die Eindüsungsöffnungen 1b, 3b aus den letztgenannten Hohlräumen 1a, 3a stehen zwangsläufig nur mit den äußeren Teilkanälen 2a, 2b in Wirkverbindung. Demgegenüber weisen die Hohlräume 10, 12 beidseitige Eindüsungsöffnungen 10a, 10b resp. 12a, 12b auf, so daß dadurch sämtliche Teilkanäle 2a, 2b, 2c mit Brennstoff versorgt werden. Die Einbringung des flüssigen Brennstoffes über die Hohlräume 11, 13 geschieht über einseitige Eindüsungsöffnungen 11a, 13a, welche dementsprechend auch nur je einen Teilkanal mit Brennstoff versorgen. Die Luft teilt sich beim Eintritt in den Vormischbrenner in drei Teilströme 14a, 14b, 14c auf, welche jeweils durch den entsprechenden Drallerzeuger 7, 8, 9 und anschließend durch die von den Drallschaukeln 5, 6 gebildeten Teilkanäle 2a, 2b, 2c strömen. Am Ende dieser Teilkanäle durchströmt das Luft/Brennstoff-Gemisch 15 die Mischstrecke 2, in welcher die Gemischbildung optimiert wird. Am Ende derselben stellt sich im anschließenden Brennraum eine Flammenfront 16 ein. Im Falle von Flüssigbrennstoff 11a, 13a erfolgt die Eindüsung in Form des klassischen Airblaserstäubungsprinzips. Hier wird der Brennstoff zuerst dem bereits erwähnten Hohlraum 11 bzw. 13 und danach einer Oberfläche zugeführt, welche einer Luft ausgesetzt ist. Im der Figur betrifft die Oberfläche jeweils die eine mit den Eindüsungsöffnungen 11a, 13a versehene Wand der entsprechenden Drallschaukel 5, 6, während die Luft hier von den Teilströmen 14b, 14c gebildet wird. Auf der Wand bildet sich ein Flüssigkeitsfilm, der am stromabseitigen Ende zu Tropfen zerfällt. Aufgrund des geringen Ausbreitungswinkels eines solchen Tropfensprays kann es notwendig sein, mehrere zueinander konzentrische Zerstäubungskanten zu verwenden. In der Figur verdampfen die Tropfen einerseits im Teilkanal 2c und andererseits im Teilkanal 2b. Selbstverständlich ist es auch möglich, jede Wand der Drallschaukeln 5, 6 mit Eindüsungsöffnungen für einen flüssigen Brennstoff zu versehen. Die in den Vormischbrenner einströmende Luft 14a, 14b, 14c wird sonach in jedem Luftkanal 2a, 2b, 2c über die Drallerzeuger 7, 8, 9 verdrallt. Durch einen unterschiedlichen Drall innerhalb der einzelnen Kanäle 2a, 2b, 2c können die dort sich bildenden Geschwindigkeitsprofile entsprechend angepaßt werden.

Unmittelbar stromab dieser Drallerzeuger 7, 8, 9 setzt bereits über die Drallschaukeln 5, 6 und über die Hohlräume 1a, 3a die Eindüsung des gasförmigen Brennstoffes 10a, 10b bzw. 12a, 12b bzw. 1b, 3b ein. Selbstver-

ständig kann der Innenkörper als zentrale Brennstofflanze ausgebildet sein, die am stromabseitigen Ende eine Einrichtung zum Eindüsen von Luft, und/oder eines gasförmigen, und/oder eines flüssigen Brennstoffes in den Brennraum 19 aufweist. Die Luft kann darüber hinaus beispielsweise mit einem Anteil rückgeführten Abgases oder Rauchgases angereichert sein. Mit einer solchen Ausbildung kann der Betriebsbereich des Vormischbrenners entsprechend erweitert werden.

Da unter allen Umständen ein Zurückspringen der Flamme in die durch die oben beschriebene Verdrallung gebildete Rückströmzone vermieden werden muß, muß der Drallwinkel 17a, 17b entsprechend ausgelegt werden. Bei dieser Auslegung spielt indessen auch das Radienverhältnis zwischen Rohrradius und Lanzenradius eine eminent wichtige Rolle. Wird dieses Verhältnis kleiner 2 gewählt, so darf der mittlere Drallwinkel nicht größer 30 sein. In diesem Zusammenhang darf nicht verkannt werden, daß ein höherer Drallwinkel eine dickere Lanze erfordert. Außerdem stellt sich dann das Problem der niedrigen Axialgeschwindigkeit ein. Eine Rückzündung der Flamme ins Innere der Mischstrecke 2 läßt sich zusätzlich vermeiden, wenn deren Wandzone mit Frischluft von außen versorgt werden.

Was die Filmaufbringung und Filmbildung des flüssigen Brennstoffes 11a, 13a betrifft, ist bei Flüssigkeiten mit guter Benetzbarkeit eine Filmbildung bis zu einem auf die Filmlänge bezogenen Volumenstrom von 0,1 g/s/cm möglich. Verschmutzungen der Filmoberfläche verbessern indessen die Benetzbarkeit. Bei hoher Schubspannung lösen sich über 0,5 g/s/cm Tropfen aus der Oberfläche. Die Filmaufbringung kann auch durch eine Reihe von Eindüsungsöffnungen geschehen, wobei der Austrittsimpuls klein sein muß, soll eine einwandfreie Filmbildung erreicht werden. Die Eindüsungsöffnungen können auch im Ringspalt sein, durch den der Brennstoff verdrallt oder unverdrallt den filmbildenden Strecken zugeführt wird.

In einem drallfreien Strömungsfeld hohen Impulses breitet sich der zerfallende Film des flüssigen Brennstoffes 11a, 13a nur mit einem sehr kleinen Winkel aus. Der Winkel wird nach der Zerfallskante nicht größer als 10–15° sein. Er wird stromab im Bereich des turbulenten Luftfreistrahls weiter zurückgehen. Pro 100 mm Rohrlänge wird dann eine Kanalhöhe von nur etwa 15 mm mit Tropfen versorgt, was dann unter Umständen mehrere konzentrische Brennstoffeindüsungen nötig macht. Bei gleichsinniger Verdrallung und kleinen Tropfen (12–45 µm) stellt man fest, daß der Vorgang der Zerstäubung sich nicht wesentlich von demjenigen ohne Drall unterscheidet. Kleine Tropfengröße und hoher Druck verhindern starke Relativbewegungen zwischen Tropfen und Luft aufgrund der hohen Beschleunigung. Dennoch ist der Ausschleuderungseffekt der Tropfen durch die Drallströmung nicht zu vernachlässigen. Die Länge des Brenners sowie die Aufteilung des Brennstoffes muß so vorgenommen werden, daß sich ein optimales Öldampfprofil am Austritt ergibt. In diesem Zusammenhang darf nicht erwähnt bleiben, daß die größeren charakteristischen Tropfendurchmesser etwa mit der Potenz -1 bis $-1,2$ zur Geschwindigkeit skalieren. Demnach sind Luftgeschwindigkeiten von ca. 90 m/s mit dem zur Verfügung stehenden Druckabfall möglich. Die Verdampfungslänge kann daher auf eine Tropfengröße von 30–40 µm ausgelegt werden.

Bezugszeichenliste

- Leerseite -

